

Heat exchange system for the heating of a vehicle with hybrid propulsion

Patent number: EP1108572
Publication date: 2001-06-20
Inventor: HOHL REINER (DE); SCHMITT MANFRED (DE)
Applicant: BOSCH GMBH ROBERT (DE)
Classification:
- **International:**
- **European:** B60H1/03, B60H1/22, F01P7/16D
Application number: EP20000122573 20001017
Priority number(s): DE19991060960 19991217

Also published as:

JP2001206050 (A)
EP1108572 (A3)
DE19960960 (C1)

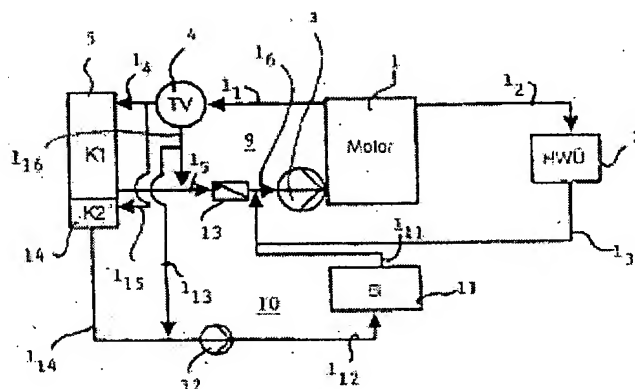
Cited documents:

WO0134952
FR2748428
US5251588
DE3442350

Abstract not available for EP1108572

Abstract of correspondent: **DE19960960**

The heat exchanger system utilizes the waste heat generated by the power semiconductors (11) for controlling the electric motor of the hybrid drive, via a circulated cooling fluid fed to a heating heat exchanger (2). The IC engine (1) of the hybrid drive has a mechanical circulation pump (9) incorporated in the engine cooling circuit, which is coupled to the semiconductor cooling circuit (10) for utilizing a common cooling medium, e.g. water or a water/glycol mixture, with an electric circulation pump (12) in the latter cooling circuit.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.06.2001 Patentblatt 2001/25

(51) Int Cl.7: B60H 1/00, B60H 1/03

(21) Anmeldenummer: 00122573.9

(22) Anmeldetag: 17.10.2000

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(71) Anmelder: ROBERT BOSCH GMBH
70442 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• Hohl, Reiner
70197 Stuttgart (DE)
• Schmitt, Manfred
64646 Heppenheim (DE)

(30) Priorität: 17.12.1999 DE 19960960

(54) Wärmetauschsystem für die Heizung eines Fahrzeugs mit Hybridantrieb

(57) Die vorgestellte Erfindung bezieht sich auf ein Wärmetauschsystem für ein Fahrzeug mit einem aus einem Verbrennungsmotor (1) und einem Elektromotor mit zugeordneten Leistungshalbleitern (11) bestehenden Hybridmotor, dessen Motorkühlkreislauf (9) mit einer mechanischen Wasserpumpe (3) und dessen Elektronik Kühlkreislauf (10) mit einer elektrischen Wasserpumpe (12) ausgestattet ist. Die beiden Kühlkreisläufe (9, 10) sind durch gegebenenfalls durch Ventile öffn- oder schließbare Verbindungsleitungen (1₁₁, 1₁₃, 1₁₄, 1₁₅,

1₁₆) so miteinander verbunden, dass die von der Leistungselektronik (11) durch das Kühlwasser abgeführte Wärme zum Aufheizen des Kühlwassers und dadurch zur Fahrgastraumheizung über einen Heizungswärmetauscher (2) benutzt werden kann, ohne dass die zulässigen Bauteiletemperaturen der Elektronikkomponenten (11) überschritten werden. Durch die Erfindung ist eine Grundheizfunktion für den Fahrgastraum auch während Stillstandsphasen des Verbrennungsmotors (1) sichergestellt (Figur 1).

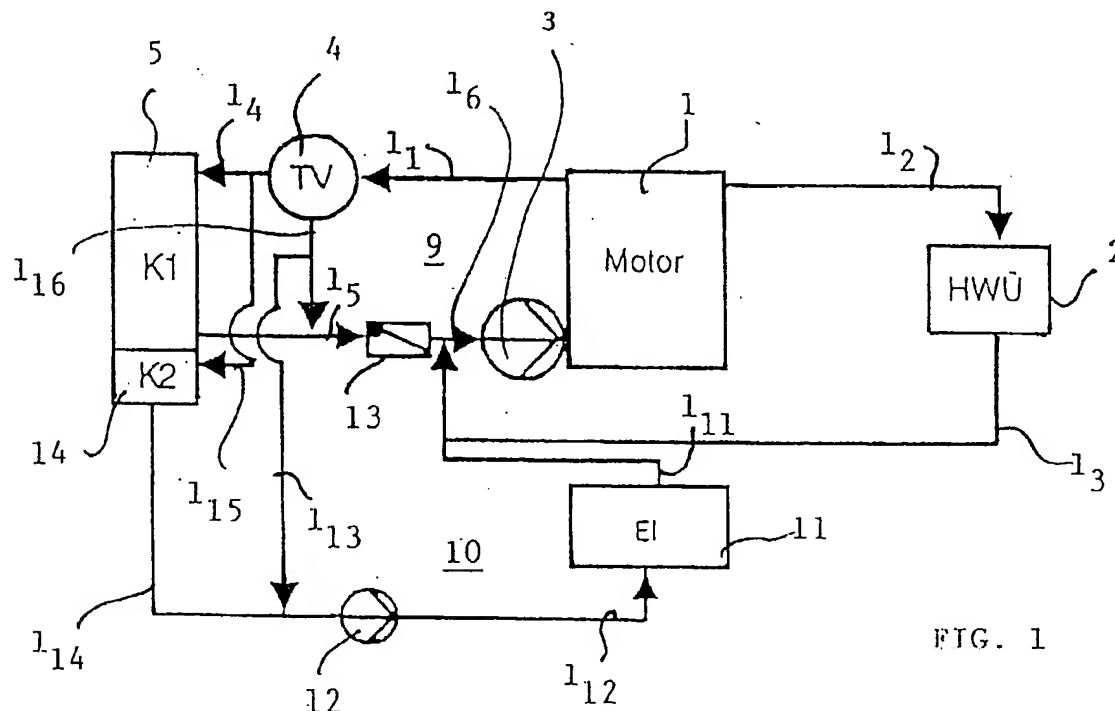


FIG. 1

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Die Erfindung betrifft ein Wärmetauschsystem für die Heizung eines Fahrzeugs mit Hybridantrieb, Starter, Generator, o. ä., wobei zur Steuerung eines Elektromotors des Hybridantriebs Leistungshalbleiter eingesetzt sind, die beim Fahrbetrieb Wärme abgeben und die von einem in einem Elektronik Kühlkreislauf strömenden Kühlfluid gekühlt werden, welches durch einen Heizungswärmetauscher des Fahrzeugs strömen kann.

[0002] Aus der DE 34 42 350 C2 ist ein Wärmetauschsystem für die Heizung eines Straßenfahrzeuges mit Elektroantrieb bekannt. Die zur Steuerung des Fahrmotors dienenden Leistungshalbleiter, die beim Fahrbetrieb Wärme abgeben, sind mit Vorrichtungen zur Flüssigkeitskühlung versehen, deren Kühlanlüsse über ein geschlossenes Leitungssystem mit einer Pumpe und einer Wärme an den Innenraum abgebenden Heizungsanlage des Straßenfahrzeugs verbunden sind, und das gesamte System ist mit einer isolierenden Flüssigkeit, vorzugsweise Transformatorenöl, gefüllt, die durch die Pumpe umgewälzt wird. Dadurch wird die von den Leistungshalbleitern über die Kühlkörper abgeführte Wärme der Heizungsanlage zugeführt.

[0003] Weiterhin sind fluidgeköhlte Elektronikbauteile im Fahrzeug sowie die Nutzung der Abwärme von Hochleistungsbatterien zur Fahrzeugheizung bekannt.

[0004] Ein weiteres Beispiel für eine bereits realisierte Nutzung der Abwärme elektrischer Komponenten im Fahrzeug ist der wassergeköhlte Generator.

[0005] In Fahrzeugen mit Hybridantrieb fallen in der Leistungselektronik thermische Verlustleistungen in der Größenordnung von 1 kW an. Gleichzeitig sinkt der vom Verbrennungsmotor des Hybridantriebs an das Kühlwasser abgegebene Wärmeeintrag, wenn das Fahrzeug mit rein elektrischem Fahrbetrieb sowie im Start-Stop-Betrieb angetrieben wird. Schon heute sind in verbrauchsarmen Fahrzeugen, die z. B. mit TDI-Motoren ausgerüstet sind, Zusatzheizer für den Fahrgastraum notwendig.

[0006] Ein Hauptproblem beim Eintrag der Verlustwärme von elektronischen Leistungshalbleitern in den Kühlkreislauf eines Fahrzeugs besteht darin, bei hohen Kühlwassertemperaturen die zulässige Bauteiltemperatur der Leistungshalbleiter nicht zu überschreiten.

[0007] Aufgabe und Vorteile der Erfindung

[0008] Aufgabe der Erfindung ist bei einem Fahrzeug mit Hybridantrieb, bei dem ein Verbrennungsmotor mit einem elektrischen Antrieb gekoppelt ist, die Abwärme von Leistungselektronik zum Aufheizen des Kühlwassers zu nutzen, ohne dabei die zulässigen Bauteiltemperaturen der Elektronikkomponenten, insbesondere der Leistungshalbleiter zu überschreiten. Gleichzeitig soll eine Grundheizfunktion für den Fahrgastraum während der Stillstandsphasen des Verbrennungsmotors sichergestellt werden.

[0009] Die obige Aufgabe wird anspruchsgemäß gelöst.

[0010] Gemäß einem wesentlichen Aspekt ist ein erfindungsgemäßes Wärmetauschsystem dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlfluid für die Leistungshalbleiter dasselbe zur Kühlung des Verbrennungsmotors durch dessen eine mechanische Kühlfluidpumpe aufweisenden Motorkühlkreislauf strömende Kühlfluid ist, und dass im Kühlkreislauf der Leistungshalbleiter eine elektrisch angetriebene Kühlfluidpumpe sowie Verbindungselemente vorgesehen sind, die schon bei niedrigen Kühlfluidtemperaturen den Kühlkreislauf der Leistungshalbleiter mit dem Motorkühlkreislauf so verbinden, dass eine obere Temperatur für die Kühlung der Leistungshalbleiter nicht überschritten wird.

[0011] Das erfindungsgemäße Wärmetauschsystem eignet sich besonders für ein Fahrzeug, das im Start-Stop-Betrieb betrieben wird, wobei der Verbrennungsmotor des Hybridantriebs nur wenig Wärme erzeugt.

[0012] Die Nutzung der Abwärme von Elektronikkomponenten führt zu einer schnelleren Aufheizung des Motorkühlkreislaufs und damit zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs, da eine schnellere Aufheizung des Kühlwassers mit schnellerer Motoraufheizung verbunden ist. Ferner führt die schnellere Aufheizung des Kühlwassers zu höherem Fahrgastkomfort, da die höhere Kühlwassertemperatur mehr Wärme ins Fahrzeuginnere transportieren kann. Dadurch können Zusatzheizungen zumeist entfallen, was zur Verbrauchersparnis und gegebenenfalls Kostenersparnis führt. Ein typischer Kleinwagen mit Ottomotor führt dem Kühlwasser im MVEG-Zyklus eine mittlere Wärmeleistung von 6 kW zu. Dabei ist angenommen, dass 35 % der verbrauchten Energie ins Kühlwasser gehen. Die nutzbare Wärme der Leistungselektronik liegt bei ca. 1 kW.

[0013] Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass bei einem Stillstand des Verbrennungsmotors im Start-Stop-Betrieb oder bei elektrischem Fahrbetrieb eine Grundheizfunktion sichergestellt ist. Dies ist ansonsten nicht der Fall, da beim Stillstand des Verbrennungsmotors auch die mechanische Wasserpumpe des Motorkühlkreislaufs zum Stillstand kommt und kein Kühlwasser durch den Heizungswärmetauscher für die Fahrgastraumheizung pumpt. Mit Hilfe der durch die Erfindung sichergestellten Grundheizfunktion kann bei mäßig großem Heizbedarf auf den Einsatz sogenannter Komfortfunktionen, die mit dem Lauf des Verbrennungsmotors verbunden sind, häufig verzichtet werden, und die verbrauchsrelevanten Vorteile des Start-Stop-Betriebs sowie des elektrischen Fahrbetriebs bleiben erhalten.

[0014] Die obigen und weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung werden in der nachfolgenden Beschreibung mehrerer Ausführungsbeispiele erläutert, die sich auf die beiliegende Zeichnung bezieht.

Zeichnung

[0015] Die Figuren 1 - 4 zeigen schematisch jeweils ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Wärmetauschsystems, bei denen jeweils sichergestellt ist, dass zum einen die Zulufttemperatur des Kühlmittels zu den Leistungshalbleitern eine zulässige obere Temperatur nicht überschreiten kann und zum anderen, dass die von den Leistungshalbleitern mit dem Kühlmittel abgeführte Wärme zur Heizung des Fahrgastraums durch den Heizungswärmetauscher auch dann strömen kann, wenn das im Kühlkreislauf des Verbrennungsmotors eingebaute Thermostatventil noch geschlossen ist, und

[0016] Figur 5 zeigt ein zur Erläuterung der Prinzipien der Erfindung dienendes beispielhaftes Wärmetauschsystem, das nicht die erfindungsgemäßen Merkmale aufweist.

[0017] Zunächst wird anhand der Figur 5 beispielhaft ein aus einem Motorkühlkreislauf 9 und einem separaten Kühlkreislauf 10 für Elektronikkomponenten bestehendes Wärmetauschsystem beschrieben.

[0018] Der Motorkühlkreislauf 9 führt vom Zylinderkopf des Verbrennungsmotors 1 über eine Leitung l_1 zu einem Thermostatventil 4, bei geöffnetem Thermostatventil 4 über eine Leitung l_4 zu einem Motorkühler (K1) 5 und über eine Leitung l_5 zu einer mechanischen Wasserpumpe 3, die das Kühlwasser durch den Motor 1 pumpt. Ferner strömt das Kühlwasser vom Motor 1 durch eine Leitung l_2 in einen Heizungswärmetauscher (HWÜ) 2 und von dort durch eine Leitung l_3 zurück zur Wasserpumpe 3. Bei niedrigen Temperaturen, z. B. unter 90°C bleibt das Thermostatventil 4 geschlossen und das Kühlwasser wird von der mechanischen Wasserpumpe 3 bei laufendem Motor 1 über die Leitungen l_1 , l_{16} , l_5 durch den Motor 1 und außerdem durch die Leitungen l_2 und l_3 durch den Heizungswärmetauscher 2 unter Umgehung des Kühlers 5 gepumpt. Bei stehendem Verbrennungsmotor 1 läuft die mechanische Wasserpumpe 3 nicht und kann deshalb kein Kühlwasser durch den Motor 1 und den Heizungswärmetauscher 2 pumpen. Wenn die Kühlwassertemperatur die Öffnungstemperatur des Thermostatventils 4 überschreitet, z. B. 90°C , öffnet das Thermostatventil 4 den Kreislauf zum Motorkühler 5 hin und schließt gleichzeitig den Bypassweg l_{16} .

[0019] In einem vom Motorkühlkreislauf getrennten Kühlkreislauf 10, der nachstehend Elektronik Kühlkreislauf genannt ist, wird die Wärme der Elektronikkomponenten, d. h. der Leistungshalbleiter 11 durch den Einsatz einer elektrischen Wasserpumpe 12 und eines zweiten Kühlermoduls 14 über Leitungen l_{11} , l_{12} , l_{14} abgeführt.

[0020] Bei dem oben beschriebenen Beispiel eines Wärmetauschsystems kann die von den Elektronikkomponenten durch den Elektronik Kühlkreislauf 10 abgeführte Wärme das Kühlwasser im Motorkühlkreislauf 9 nicht oder nur geringfügig erwärmen. Es führt kein Kühl-

wasserstrom vom Elektronik Kühlkreislauf 10 durch den Heizungswärmetauscher 2.

[0021] In Figur 1 ist blockschaltbildartig ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt, bei dem die Abwärme der Elektronikkomponente 11 in den Motorkühlkreislauf 9 eingekoppelt wird und bei dem zusätzlich sichergestellt ist, dass die Temperatur des Kühlwassers im Elektronik Kühlkreislauf 10 die zulässige Höchsttemperatur für die Elektronikbauteile in der Komponente 11 nicht überschreitet.

[0022] Gemäß Figur 1 ist der Elektronik Kühlkreislauf 10 über Verbindungselemente mit dem Motorkühlkreislauf 9 so verbunden, dass zunächst, wenn bei niedriger Kühlwassertemperatur das Thermostatventil 4 geschlossen ist, ein geringerer Teil des Volumenstroms im Motorkühlkreislauf 9 zur elektrischen Wasserpumpe 12 abgezweigt wird und die Leistungselektronik kühlt. Steht die mechanische Pumpe 3 still, so pumpt die kleinere elektrische Wasserpumpe 12 Kühlwasser durch den Motor 1 und den Heizungswärmetauscher 2. Dabei kommt es im Kühlwasser 2 des Heizungswärmetauschers 2 zu einer Strömungsrichtungsumkehr. Eine Rückschlagklappe 13, die stromaufwärts von der mechanischen Wasserpumpe 3 zwischen dieser und dem Ablaufstutzen des Motorkühlers 5 vorgesehen ist, verhindert, dass Kühlwasser direkt vom Ausgang der Leistungselektronik 11 zur elektrischen Wasserpumpe 12 zurückströmt.

[0023] Übersteigt die Kühlwassertemperatur einen vorgegebenen Wert, nämlich die Öffnungstemperatur des Thermostatventils 4, die üblicherweise 90°C beträgt, so öffnet das Thermostatventil 4 zum Motorkühler 5 hin. Mit zunehmender Öffnung des Thermostatventils 4 fließt über eine Leitung l_{15} entsprechend mehr Flüssigkeit durch den zweiten kleineren Elektronik Kühler 14 und stellt eine ausreichend niedrige Zulufttemperatur zur Leistungselektronik 11 sicher.

[0024] Wie Figur 1 zeigt, bestehen die beim ersten Ausführungsbeispiel verwendeten Verbindungsmittel aus einer von der Bypassleitung l_{16} des Thermostatventils 4 abzweigenden Leitung l_{13} , die zur stromaufwärtigen Seite der elektrischen Wasserpumpe 12 führt, der Leitung l_{15} von dem Motorkühler-Einlaufstutzen, d. h. von der zum Motorkühler 5 führenden Leitung l_4 zum Einlaufstutzen des zweiten Kühlers 14 sowie aus einer Leitung l_{11} , die vom Auslauf des Kühlkörpers der Leistungselektronik 11 zur Zulaufseite der mechanischen Wasserpumpe 3, d. h. zu einer Leitung l_6 führt, die die stromaufwärtige Rückschlagklappe 13 mit der mechanischen Wasserpumpe 3 verbindet.

[0025] Bei dem in Figur 2 gezeigten Ausführungsbeispiel befindet sich im Elektronik Kühlkreislauf 10 ein zweites Ventil 15, das ein ansteuerbares Servoventil oder ein Thermostatventil sein kann, welches bereits bei niedrigen Temperaturen zum zweiten Kühler 14 hin öffnet. Es ist zu bemerken, dass das zweite Ventil 15 sowohl im Zulauf zum zweiten Kühler 14 als auch, wie dargestellt, im Ablauf, d. h. in der Leitung l_{14} vom zweiten

Kühler 14, liegen kann. Eine Verbindungsleitung l_{20} , 121 führt von der Zulaufseite (dem Eingang) des Thermostatventils 4 im Motorkühlkreislauf 9 zum zweiten Ventil 15 und weist eine Abzweigleitung l_{22} auf, die zum Zulaufstutzen des zweiten Kühlers 14 führt. Besonders das in Figur 2 dargestellte Ausführungsbeispiel, welches sich ansonsten von dem in Figur 1 gezeigten nicht unterscheidet, erlaubt es, die Zulauftemperatur zur Leistungselektronik 11 auf einer Temperatur unterhalb der Öffnungstemperatur des Thermostatventils (z. B. 90° C) zu halten, da, wie erwähnt, das zweite Ventil 15 bereits bei niedrigeren Temperaturen zum zweiten Kühler 14 hin öffnet oder geöffnet wird.

[0026] Figur 3 zeigt ein mit dem Ausführungsbeispiel in Figur 2 vergleichbares Konzept. Hier wird der Volumenstrom des Kühlwassers vom Motorkühlkreislauf 9 direkt hinter der mechanischen Wasserpumpe 3 über eine Leitung 124 abgezweigt, die zum Eingang des zweiten Ventils 15 und von dort, wenn das zweite Ventil 15 geschlossen ist, über die Leitung l_{23} zur elektrischen Wasserpumpe 12, oder wenn das zweite Ventil 15 geöffnet ist, über die Leitung l_{25} zum zweiten Kühler 14 strömen kann. Vorteil des in Figur 3 gezeigten Konzepts ist, dass die Kühlwassertemperatur vor Eintritt in den Motor 1 auf einem niedrigeren Niveau liegt als am Ausgang vom Zylinderkopf (Leitung l_1). Allerdings muss die Abzweigung hinter der mechanischen Wasserpumpe 3 bereits bei der Entwicklung des Motorblocks und der mechanischen Wasserpumpe vorgesehen werden.

[0027] Das in Figur 4 gezeigte vierte Ausführungsbeispiel ist unter thermischen Gesichtspunkten weitgehend äquivalent zu der in Figur 2 dargestellten Ausführung. Gemäß Figur 4 sitzt das Thermostatventil 4 auf der Motoreingangsseite vor der Rückschlagklappe 13 und der mechanischen Wasserpumpe 3. Das zweite Steuerventil 15, das auch hier ein ansteuerbares Servoventil oder ein Thermostatventil sein kann, öffnet bei einer Wassertemperatur unterhalb der Öffnungstemperatur des Thermostatventils 4 zum Kühler 5 hin, so dass das Kühlwasser dann nicht über die Leitung l_{27} , sondern über die Leitung l_4 durch den Kühler 5, über die Leitung l_{14} zur elektrischen Wasserpumpe 12 und von dort durch den Kühlkörper der Leistungselektronik 11 strömen kann. Auf diese Weise erfolgt die Kühlung der Leistungselektronik 11 mit ausreichend kalter Flüssigkeit. Im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen, wie sie in den Figuren 1-3 gezeigt sind, ist der Kühler 5 intern geteilt, so dass nur ein Zulaufstutzen erforderlich ist.

Patentansprüche

1. Wärmetauschsystem für die Heizung eines Fahrzeugs mit Hybridantrieb, wobei zur Steuerung eines Elektromotors des Hybridantriebs Leistungshalbleiter (11) eingesetzt sind, die beim Fahrbetrieb Wärme abgeben und die von einem in einem Kühlkreis-

lauf (10) die Leistungshalbleiter umströmenden Kühlfluid gekühlt werden, welches durch einen Heizungswärmetauscher (2) des Fahrzeugs strömen kann,

dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbrennungsmotor (1) des Hybridantriebs eine mechanische Kühlfluidpumpe in einem Motorkühlkreislauf (9) aufweist, das Kühlfluid des Elektronik Kühlkreislaufes (10) das zur Kühlung des Verbrennungsmotors (1) durch seinen Motorkühlkreislauf (9) strömende Kühlfluid ist, und dass im Kühlkreislauf (10) der Leistungshalbleiter (11) eine elektrisch angetriebene Kühlfluidpumpe (12) sowie Verbindungselemente vorgesehen sind, die schon bei niedrigen Kühlfluidtemperaturen den Kühlkreislauf (10) der Leistungshalbleiter (11) mit dem Motorkühlkreislauf (9) so verbinden, dass eine obere Temperaturgrenze für die Kühlung der Leistungshalbleiter (11) nicht überschritten wird.

2. Wärmetauschsystem nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlfluid Wasser oder ein zur Motorkühlung übliches Wasser/Glykolgemisch ist.
3. Wärmetauschsystem nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkreislauf (10) der Leistungshalbleiter (11) und der Motorkühlkreislauf (9) jeweils einen für die Kühlwasserströme getrennten ersten und zweiten Wasserkühler (5, 14) aufweisen.
4. Wärmetauschsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Thermostatventil (4) im Motorkühlkreislauf (9) vorgesehen ist, das während der Aufheizphase bei niedrigen Temperaturen des Kühlwassers geschlossen ist und bei Kühlwassertemperaturen oberhalb einer bestimmten Öffnungstemperatur einen Strömungsweg für das Kühlwasser zum ersten Wasserkühler (5) öffnet.
5. Wärmetauschsystem nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente (l_{13} , l_{14} , l_{15}) schon bei niedrigen Kühlfluidtemperaturen einen Teil des Volumenstroms des Kühlwassers im Motorkühlkreislauf (9) zur elektrischen Pumpe (12) des Kühlkreislaufs (10) der Leistungshalbleiter (11) abzweigen, um die Leistungshalbleiter (11) zu kühlen und diesen Volumenstrom zum Motorkühlkreislauf (9) an einer Stelle stromaufwärts von der mechanischen Wasserpumpe (3) zurückführen, wobei bei Stillstand der mechanischen Wasserpumpe (3) die elektrische Pumpe (12) im Kühlkreislauf (10) der Leistungshalbleiter (11) das Kühlwasser durch den Verbrennungsmotor (1) und den Heizungswärmeübertrager (2) pumpt.

6. Wärmetauschsystem nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Thermostatventil (4) zwischen dem Kühlwasserausgang des Zylinderkopfs des Verbrennungsmotors (1) und dem Einlaufstutzen des ersten Wasserkühlers (5) liegt und eine Bypassleitung zwischen dem Einlaufstutzen des ersten Wasserkühlers (5) und dem Einlaufstutzen des zweiten Wasserkühlers (14) vorgesehen ist, die nach der Öffnung des Thermostatventils (4) mehr Kühlwasser durch den zweiten Wasserkühler (14) fließen lässt, um eine niedrige Temperatur des zu den Leistungshalbleitern (11) strömenden Kühlwassers sicherzustellen. 5
7. Wärmetauschsystem nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Kühlkreislauf (10) der Leistungshalbleiter (11) ein zweites gesteuertes oder steuerbares Ventil (15) im Zulauf zum oder im Ablauf vom zweiten Kühler (14) vorgesehen ist, welches bereits bei niedrigen Temperaturen zum zweiten Kühler (14) hin öffnet. 10
8. Wärmetauschsystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Thermostatventil (4) zwischen dem Kühlwasserausgang des Zylinderkopfs des Verbrennungsmotors (1) und dem Einlaufstutzen des ersten Wasserkühlers (5) liegt und die Verbindungselemente eine Bypassleitung (l_{20} , l_{22}) zwischen dem Zylinderkopf des Verbrennungsmotors (1) und dem Einlaufstutzen des zweiten Wasserkühlers (14) sowie eine Abzweigleitung (21) von dieser Bypassleitung zum Eingang des zweiten Ventils (15) aufweisen. 15
9. Wärmetauschsystem nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Verbindungselemente eine Zweigleitung (l_{24}) direkt zwischen der mechanischen Wasserpumpe (3) und dem Kühlwasser-einlauf zum Zylinderkopf des Verbrennungsmotors (1) aufweisen, die zum Eingang des zweiten Ventils (15) führt. 20
10. Wärmetauschsystem nach einem der Ansprüche 1, 2 und 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein einziger, intern geteilter Kühler (5) für den Kühlkreislauf (10) der Leistungshalbleiter (11) und den Motorkühlkreislauf (9) mit einem gemeinsamen Einlauf- und getrennten Ablaufstutzen vorgesehen ist, dass das Thermostatventil (4) nach dem Ablaufstutzen des Kühlers (5) und vor der mechanischen Kühlfluidpumpe (3) des Motorkühlkreislaufs (9) vorgesehen ist und während der Aufheizphase bei niedrigen Temperaturen des Kühlfluids geschlossen ist und bei Kühlfluidtemperaturen oberhalb einer bestimmten Öffnungstemperatur öffnet, dass vor dem Einlaufstutzen des Kühlers (5) ein zweites gesteuertes oder steuerbares Ventil (15) vorgesehen ist, das bereits bei niedrigen Temperaturen unterhalb der Öffnungstemperatur des Thermostatventils (4) zum Kühler (5) hin öffnet, und dass die Verbindungselemente (l_{14} , l_{27}) über das zweite Ventil (15) und den Kühlerablaufstutzen für den Kühlkreislauf (10) der Leistungshalbleiter (11) einen Teil des Volumenstroms des Kühlfluids im Motorkühlkreislauf (9) zur elektrischen Pumpe (12) des Kühlkreislaufs (10) der Leistungshalbleiter (11) abzweigen, um die Leistungshalbleiter (11) zu kühlen und diesen Volumenstrom zum Motorkühlkreislauf (9) zwischen der mechanischen Kühlfluidpumpe (3) und dem Thermostatventil (4) zurückführen, wobei bei Stillstand der mechanischen Pumpe (3) die elektrische Pumpe (12) im Kühlkreislauf (10) der Leistungshalbleiter (11) das Kühlfluid durch den Verbrennungsmotor (1) und den Heizungswärmeübertrager (2) pumpt. 25
11. Wärmetauschsystem nach einem der Ansprüche 1 - 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Rückschlagventil (13) stromaufwärts von der mechanischen Kühlfluidpumpe (3) des Motorkühlkreislaufs (9) unmittelbar vor der Rückflussleitung (l_{11}) des Kühlkreislaufs (10) der Leistungshalbleiter liegt, um zu verhindern, dass Kühlfluid bei Strömungsumkehr direkt vom Ausgang der Leistungshalbleiter (11) zur elektrischen Pumpe (12) zurückströmt. 30
12. Wärmetauschsystem nach einem der Ansprüche 7 - 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Ventil (15) ein steuerbares Servoventil ist. 35
13. Wärmetauschsystem nach einem der Ansprüche 7 - 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite Ventil (15) ein Thermostatventil ist. 40
14. Wärmetauschsystem nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Öffnungstemperatur des Thermostatventils (4) etwa 90° C ist. 45

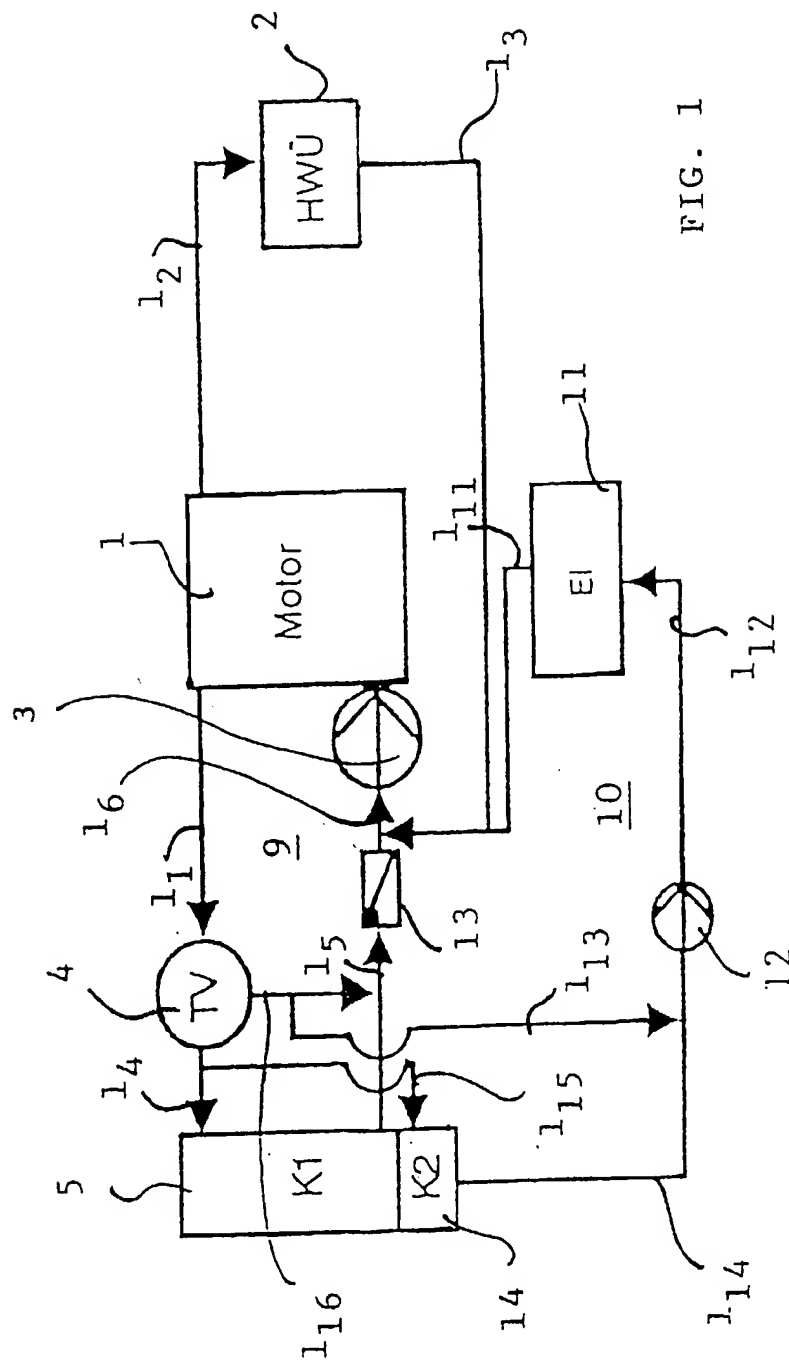


FIG. 1

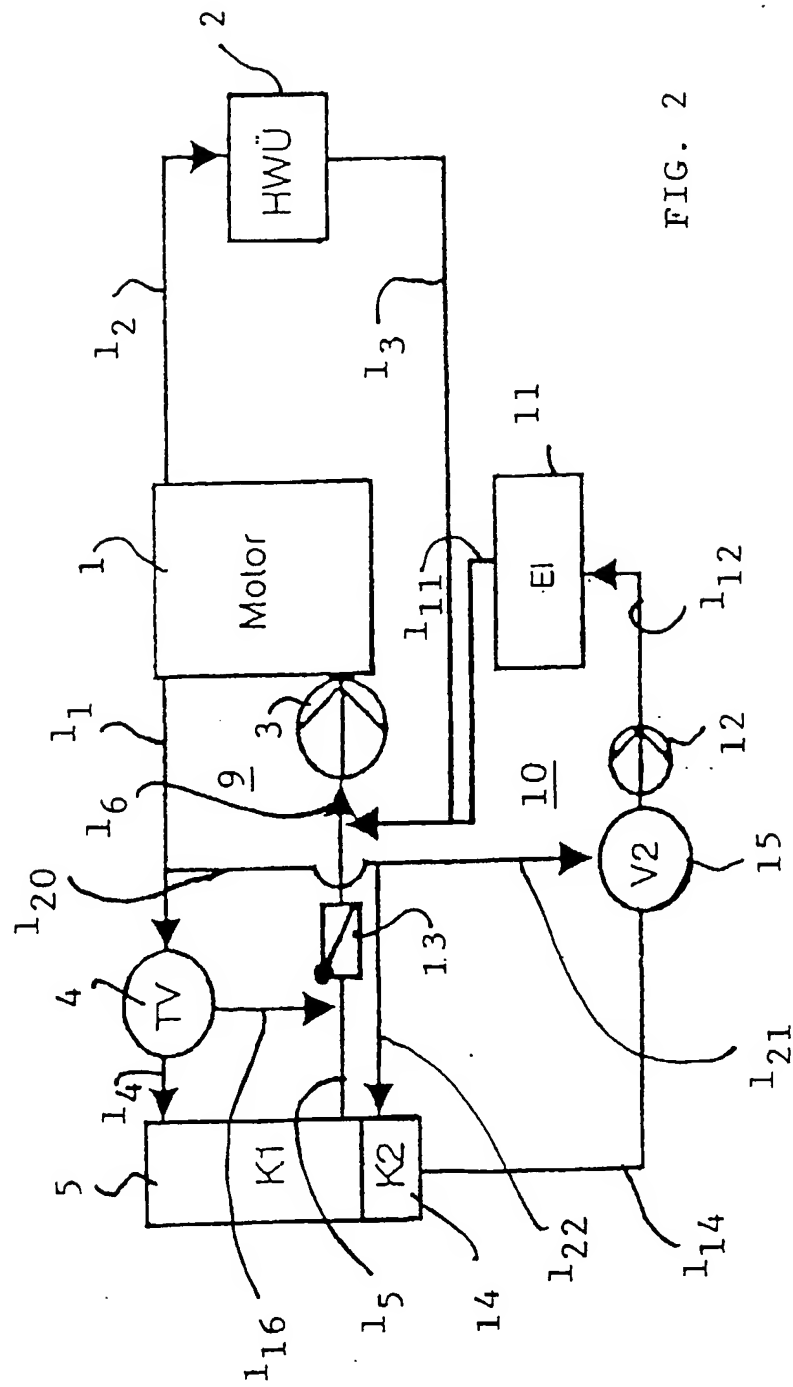


FIG. 2

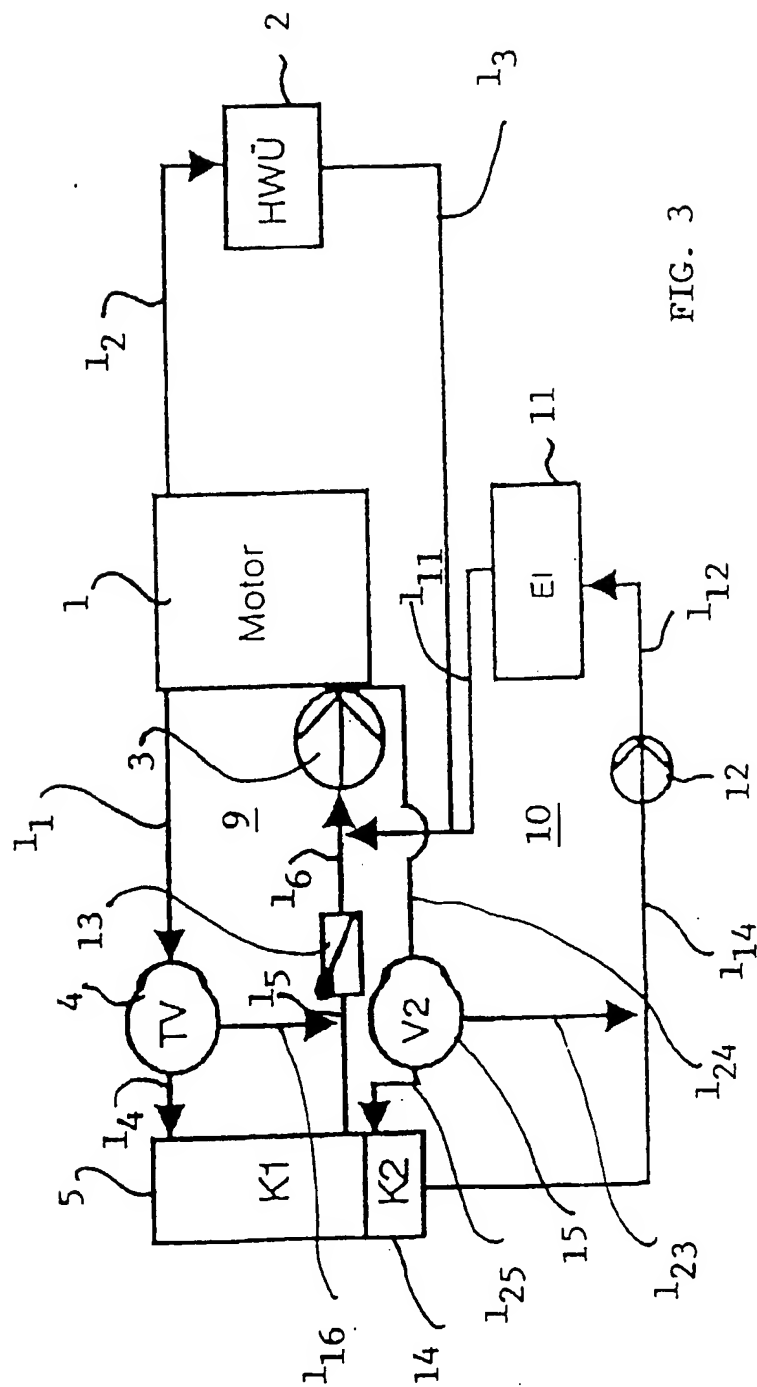


FIG. 3

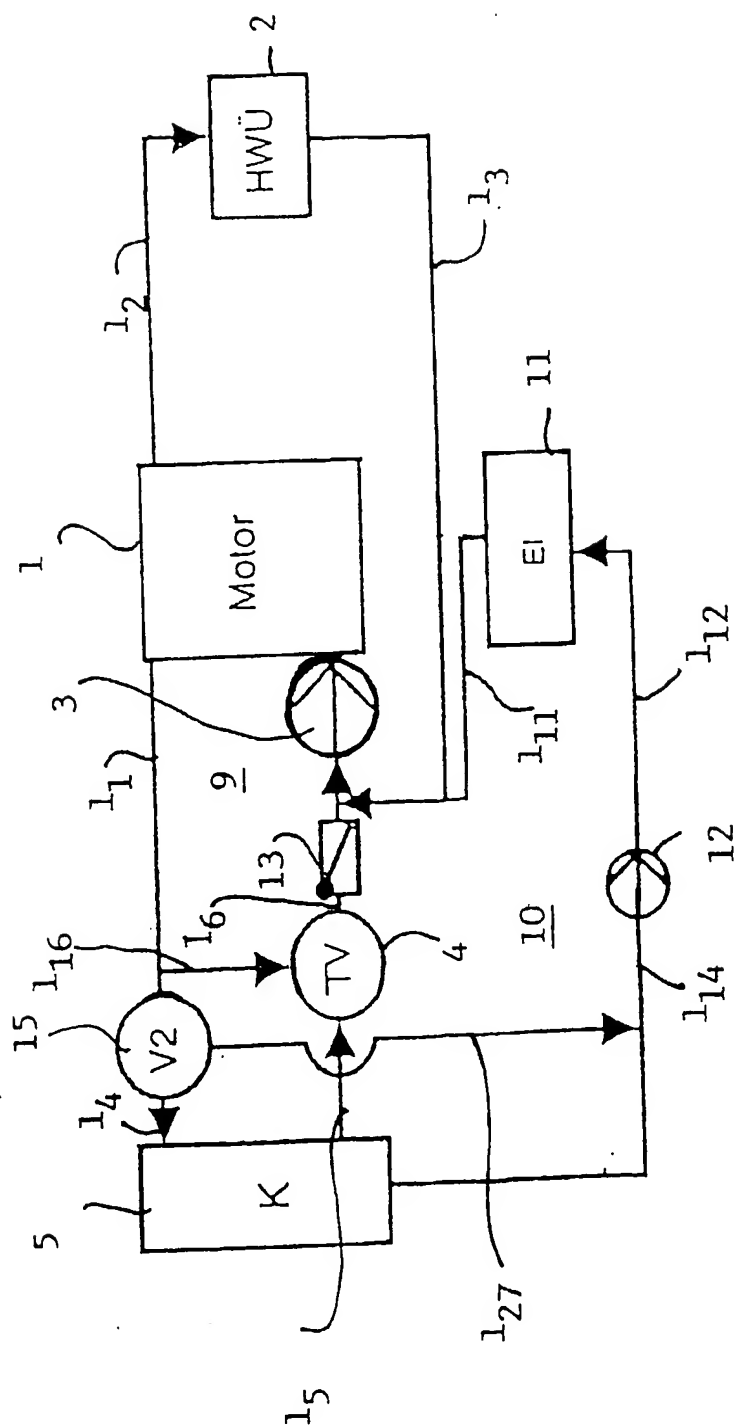


FIG. 4

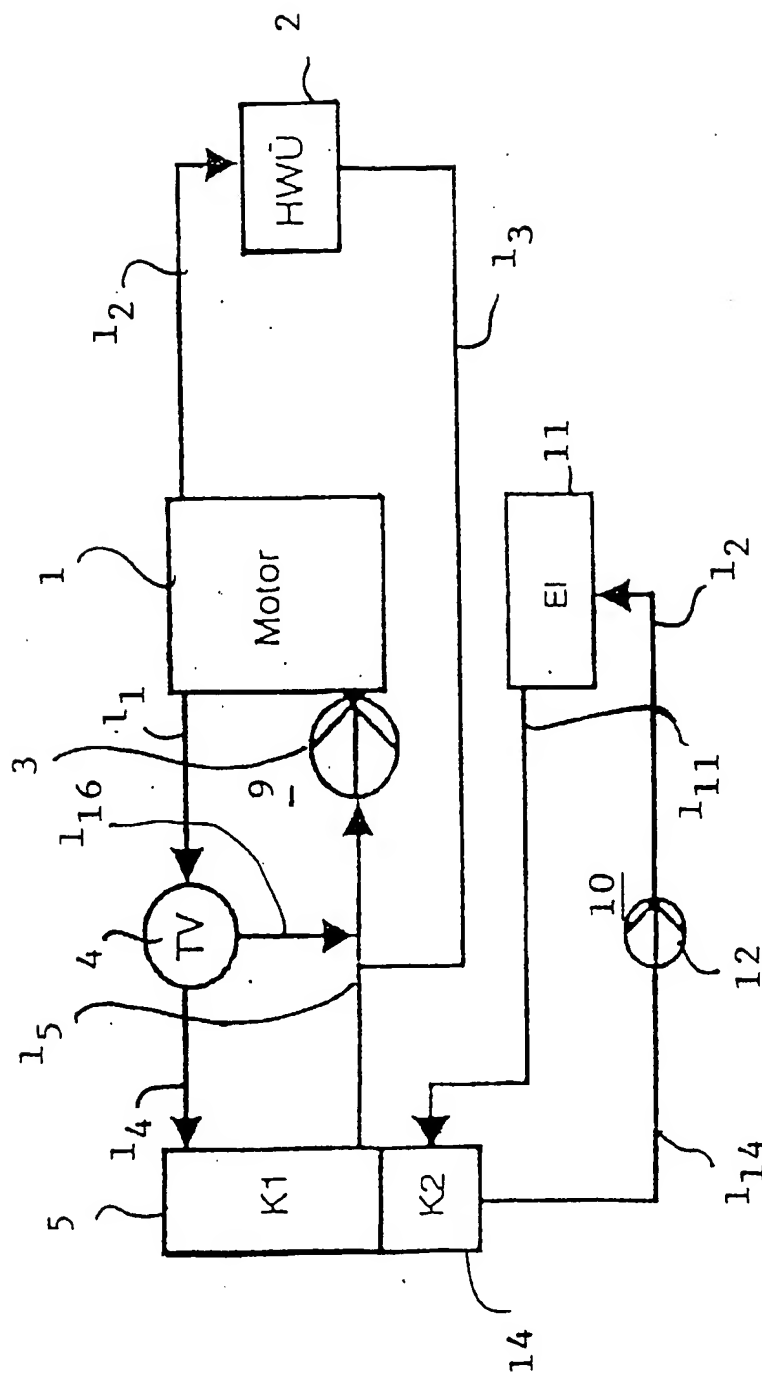


FIG. 5